

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

РАЗДЕЛ I. “СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ  
ПОВЕДЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА”  
ДИСЦИПЛИНЫ “ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ И ИХ  
ПОВЕДЕНИЕ ПРИ ПОЖАРЕ”

Для слушателей Института заочного и дистанционного обучения

Утверждено Редакционно-издательским советом  
Академии ГПС МЧС России  
в качестве учебно-методического пособия

Москва 2015

УДК 699.8:614.8(076.1)

ББК 38.3+38.96

3 46

Р е ц е н з е н т ы :

Доктор технических наук, профессор

*С.В. Пузач*

Кандидат технических наук

*Д.Л. Бастриков*

**М.М. Казиев, Б.Б. Серков, А.Б. Сивенков, Ю.Г. Шевкуненко,**

**А.А. Кобелев**

**Методические указания по выполнению контрольной работы №1.**

Раздел I. “Строительные материалы и их поведение в условиях пожара” дисциплины “Здания, сооружения и их поведение при пожаре”. Для слушателей Института заочного и дистанционного обучения: Учебно-методическое пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2015 – 30 с.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с программой курса «Здания, сооружения и их поведение при пожаре». В нем изложены рекомендации по изучению первого раздела дисциплины и выполнению контрольной работы. Приведены варианты заданий контрольной работы, перечень основной, дополнительной, нормативной и справочной литературы. Пособие предназначено для слушателей заочной формы обучения Академии ГПС МЧС России по направлению “Техносферная безопасность” (бакалавриат).

УДК 699.8:614.8(076.1)

ББК 38.3+38.96

© Академия Государственной противопожарной  
службы МЧС России, 2015

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

«Строительные материалы и их поведение в условиях пожара» - первый раздел дисциплины «Здания, сооружения и их поведение при пожаре». Его усвоение имеет большое самостоятельное значение для профессиональной подготовки инженера пожарной безопасности. Кроме того, знания, приобретенные слушателями по данному разделу, необходимы для успешного изучения последующих разделов, а также специальной дисциплины - «Пожарная безопасность в строительстве».

Предметом изучения настоящего раздела служат материалы, наиболее широко применяемые в строительстве.

По характеру поведения материалов в условиях пожара их можно условно разделить на четыре основные группы:

- каменные (минеральные) материалы;
- строительные металлы и сплавы;
- древесина и материалы на ее основе;
- полимерные материалы.

По использованию материалов и изделий в строительстве их можно разбить на следующие группы:

вяжущие строительные материалы (воздушные вяжущие, гидравлические вяжущие материалы). В эту группу входят различные виды цементов, известь, гипс;

стенные материалы - ограждающие конструкции. К этой группе относятся естественные каменные материалы, глиняный и силикатный кирпич, бетонные, гипсовые и асбестоцементные панели и блоки, ограждающие конструкции из стекла и силикатного ячеистого и плотного бетона;

материалы для несущих конструкций (бетон, железобетон, металл, древесина);

отделочные материалы и изделия - керамические изделия, а также изделия из стекла, гипса, цемента, асбестоцемента, изделия на основе полимеров и древесины;

теплозвукоизоляционные материалы и изделия - материалы и изделия на основе минеральных волокон, стекла, гипса, асбеста, полимеров.

Цель изучения раздела - приобрести знания о видах, свойствах, применении материалов в строительстве; исследовать основные процессы, протекающие в материалах при воздействии огня и высоких температур; ознакомиться с методами оценки и исследования поведения строительных материалов в условиях пожара. Кроме того, слушатели должны получить представление о способах повышения огнестойкости и снижения пожарной опасности строительных материалов, изучить основы противопожарного нормирования применения материалов в зданиях и сооружениях.

Раздел «Строительные материалы и их поведение в условиях пожара» базируется на ряде общетеоретических дисциплин: химии, физике, сопротивлении материалов, материаловедении и других.

Специфика заочной формы обучения предусматривает в основном самостоятельное изучение слушателями учебного материала в объеме, предусмотренном первым разделом учебной программы [3] с использованием учебников по дисциплине [1,2].

В учебнике [6] приведены сведения о технологии получения, составе, свойствах материалов, применении их в строительстве. При необходимости можно также воспользоваться любыми другими учебниками по строительным материалам для вузов. Поведение материалов в условиях пожара и методы их огнезащиты изложены в литературе [2, 7-9], основные методы, применяемые для оценки поведения материалов в условиях пожара, - в методических указаниях [4], в литературе [2,9], техническом регламенте [10], государственных стандартах [11-14]. Методика оценки эффективности средств огнезащиты [16,17] для древесины изложена также в нормативной литературе [15].

Изучать данный раздел целесообразно по темам, т.е. в порядке, предусмотренном программой [3].

Содержание каждой темы предлагается изучать, придерживаясь общей логической последовательности:

сырье и сущность технологии изготовления (для искусственных материалов);

место материалов изучаемой группы в системе классификации;

строение (состав);

свойства;

применение в строительстве;

поведение материала в условиях пожара;

пожарная опасность, способы огнезащиты и снижения пожарной опасности, методы оценки пожарно-технических характеристик;

противопожарное нормирование их применения.

В целях оказания методической помощи для правильного усвоения учебного материала, а также для изложения программных вопросов, в период установочного и учебно-сессионного сбора слушателям читаются лекции. В период сессионного сбора слушателям выделяется учебное время для выполнения и защиты лабораторных работ, содержание которых изложено в методических указаниях [4]. Чтобы быстро и качественно их выполнить, слушатели должны непосредственно перед лабораторными работами повторить содержание этих указаний.

Для более глубокого изучения раздела рекомендуется пользоваться всем перечнем литературы, приведенным в настоящих методических

указаниях. Помимо этого можно пользоваться любыми другими информационными источниками, например, учебниками, отдельными изданиями, научно-техническими статьями в сборниках, журналах и газетах, отчетами по научно-исследовательским работам, нормативными документами, справочниками свойств и характеристик пожарной опасности строительных материалов и т.п.

Для текущего контроля правильности и своевременности изучения учебного материала слушатели в течение учебного года (до сессионных сборов) должны выполнить контрольную работу, содержание и требования к которой изложены в конце данных методических указаний.

## **Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПОВЕДЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА**

Известно, что ни одно сооружение нельзя правильно спроектировать и технически грамотно эксплуатировать без всестороннего знания свойств строительных материалов. При этом одним из важнейших требований к возводимым и эксплуатируемым зданиям является его пожаробезопасность, которая во многом обеспечивается правильным выбором строительных материалов и конструкций.

К основным физическим свойствам материалов относятся: пористость, гигроскопичность, водопоглощение, объемная масса, плотность.

К основным механическим свойствам материалов относятся: прочность, упругость, пластичность, твердость.

К основным теплофизическим понятиям, связанным со строительными материалами, относятся: теплопроводность, теплоемкость, коэффициент температуропроводности, коэффициент термического расширения.

Основные пожарно-технические свойства строительных материалов: горючесть, воспламеняемость, распространение пламени, токсичность продуктов горения, дымовыделение.

Основные свойства строительных материалов слушатель может изучить по дополнительной литературе [6]. Основные пожарно-технические свойства строительных материалов и особенности их поведения в условиях пожара приведены в основной [1] и дополнительной [2,7-9] литературе. В ней рассмотрены механизмы изменения прочностных, теплофизических, физико-механических, а также пожарно-технических свойств каменных (минеральных), полимерных, древесных материалов, металлов и сплавов в условиях пожара.

Для специалистов пожарной безопасности, помимо общих свойств строительных материалов, необходимо также знать их поведение в условиях пожара, т.е. то, какие происходят процессы и как изменяются свойства материалов при воздействии огня и различной степени нагрева.

Главным фактором, приводящим к этим изменениям, является высокая температура. Под воздействием высокой температуры снижается прочность строительных материалов в результате протекания в них физических и химических процессов.

К физическим процессам, оказывающим существенное влияние на поведение строительных материалов при нагреве, относятся следующие:

    влагоперенос в капиллярно-пористых материалах (при интенсивном нагреве материала и резком переходе влаги в парообразное состояние может произойти взрывообразное разрушение всей конструкции, либо ее элементов). Спокойное удаление влаги (сушка), как правило, приводит к упрочнению материалов;

    температурные деформации, возникающие вследствие неравномерности прогрева конструкции и различия коэффициентов температурного расширения компонентов, входящих в состав материала, приводят к появлению температурных напряжений и, как следствие, разупрочняют материалы;

    изменения (модификационные превращения, рекристаллизация и т.п.) в структуре некоторых материалов, как правило, снижают прочность материала, иногда взрывообразно;

    увеличение пластичности и плавление отдельных материалов (металлов, сплавов) в условиях пожара.

В материале при высокотемпературном нагреве протекают следующие химические реакции:

    дегидратация (отщепление от молекул химически связанной воды);

    диссоциация (разрушение молекулярной структуры материала);

    термоокислительная деструкция (разрушение макромолекул органических материалов в процессе окисления, в том числе при тлении, горении).

При нагреве материалов изменяются также теплофизические свойства, что необходимо учитывать в расчетах огнестойкости строительных конструкций. Для ряда материалов, например металлов, каменных материалов и некоторых других, экспериментально установлены зависимости физико-механических характеристик и прочности от температуры [1,2]. Многие органические материалы под воздействием высокой температуры способны воспламеняться, распространять пламя по поверхности и гореть с выделением большого количества дыма, токсичных продуктов горения и тепла. Методы оценки показателей пожароопасных

свойств изложены в государственных стандартах [11-14], научной и учебной литературе [2,7].

В результате проработки основной и дополнительной литературы, а также лекционного материала, слушатель должен получить прочные знания, основу которых составляют следующие вопросы: понятие о структуре материалов; кристаллические и аморфные тела; дефекты кристаллической структуры; модификационные превращения; химико-физические процессы; понятие о физических, механических и теплофизических свойствах материалов; изменение механических характеристик при нагревании материала; ползучесть, температурные деформации, теплостойкость; изменение теплофизических характеристик при нагревании; теплопередача в капиллярно-пористых телах; пожарно-технические характеристики материалов; критические условия воспламенения и распространения горения; понятие об опасных факторах пожара.

## **Тема 2. ПОВЕДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА**

### **Тема 2.1. ПОВЕДЕНИЕ КАМЕННЫХ (МИНЕРАЛЬНЫХ) МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА**

Различают природные и искусственные каменные материалы. К природным каменным материалам относят материалы, полученные из различных горных пород (гранит, мрамор, базальт, ракушечник, туф и др.) путем механической их обработки или же без обработки - в естественном виде (гравий, песок и др.). Искусственные каменные материалы получают путем переработки соответствующих горных пород. Это силикатные, гипсовые, гипсобетонные, цементные, асбестоцементные, керамические материалы и изделия из них. Горные породы представляют собой комплексные образования, состоящие из одного (гипс, известняк и др.) или нескольких (гранит, базальт и др.) минералов. Горные породы используют для получения неорганических вяжущих веществ, т.е. материалов, которые при затворении водой образуют пластичное тесто (воздушная известь, гипс, цементы), с течением времени затвердевающее в результате физико-химических процессов. Их применяют для изготовления строительных растворов, бетонов, а также необожженных каменных материалов и изделий.

Природные каменные материалы и их поведение в условиях пожара рекомендуется изучать по учебникам [2,6]. Поведение керамических материалов и поведение неорганических вяжущих веществ в условиях пожара изложено в учебнике [1]. Поведение бетонов в условиях пожара зависит как от поведения отдельных компонентов (вяжущего, заполнителей), так и от их

взаимодействия. Поведение бетонов в условиях пожара рекомендуется изучать по учебникам [1,2], а также по методическим указаниям [4].

В результате изучения темы слушатель должен получить прочные знания по следующим вопросам: основные виды и характерные свойства каменных материалов, применяемых в строительстве; основные процессы и особенности поведения при нагреве; модификационные превращения минеральных составляющих; роль кварца в композициях; процессы дегидратации и диссоциации минеральных составляющих; влияние температурных деформаций (напряжений); особенности влагопереноса и влияние физически и химически связанной воды; изменение механических и теплофизических свойств каменных материалов в процессе нагревания; совместное влияние тепловлагопереноса и механических нагрузок на поведение каменных материалов в условиях пожара; сравнительная оценка поведения различных видов каменных материалов в условиях пожара.

## Тема 2.2. ПОВЕДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

Металлы и сплавы широко используются в современном строительстве, так как, по сравнению с другими, материалами обладают рядом существенных преимуществ: высокой пластичностью, способностью к значительным упругим и пластическим деформациям, что дает возможность обрабатывать их различными способами (прокатка, волочение, ковка, штамповка); хорошими литейными свойствами; свариваемостью и т.д. Вместе с тем металлам и сплавам присущи недостатки: большая объемная масса, склонность к коррозии, значительная деформация при высоких температурах, что приводит к быстрой потере несущей способности металлических конструкций.

В строительстве наибольшее распространение получили сплавы на основе черных металлов (строительные стали) и значительно меньше - сплавы цветных металлов (в основном алюминия).

В начале изучения темы следует усвоить общие понятия о металлах и сплавах (структура, основные свойства, виды, состав, маркировка углеродистых и легированных сталей, область их применения в строительстве) по учебникам [2,6]. Затем по учебникам [1,2], необходимо изучить поведение металлов в условиях пожара и методы их огнезащиты. С одним из экспериментальных методов оценки поведения металлов в условиях пожара следует ознакомиться по методическим указаниям [4].

Изучение основных сведений о металлах необходимо для того, чтобы разобраться в характере их поведения при пожаре. Чтобы понять влияние нагрузки на поведение металлической конструкции, нужно изучить диа-



грамму «напряжение - деформация» как для мягкой стали, так и для высокопрочной [3]. При этом следует обратить особое внимание на основные точки диаграммы и физическую сущность процессов: упругая работа металла, текучесть, наклеп, разрыв образца и связанные с этим характеристики: модуль упругости, относительные удлинение и сужение металла. В частности, понимание явления наклепа необходимо для более глубокого уяснения особенностей поведения холоднотянутых сталей в условиях пожара. Изучение сущности термической обработки металла позволит понять причину необратимого снижения прочности термически упрочненных сталей при сравнительно невысоких температурах.

При изучении поведения алюминиевых сплавов в условиях пожара следует акцентировать внимание на низкой по сравнению со сталями температуре плавления.

В результате изучения указанной литературы слушатель должен получить прочные знания по следующим вопросам: основные виды и характерные особенности металлов и сплавов, применяемых в строительстве; особенности строения сталей и алюминиевых сплавов; процессы, происходящие в металлах и сплавах при нагревании и определяющие изменения механических и теплофизических свойств; особенности поведения горячекатаной, холоднотянутой, термически упрочненной и легированной сталей в условиях пожара; особенности поведения алюминиевых сплавов.

### Тема 2.3. ПОВЕДЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И МАТЕРИАЛОВ НА ЕЕ ОСНОВЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

Древесина широко применяется в строительстве благодаря высокой прочности при небольшой средней плотности, малой теплопроводности, легкости обработки, высокой морозостойкости и стойкости к действию многих химических реагентов. Свойства (физические, механические) различных пород древесины связаны с особенностями строения и их неоднородностью. Подробно эти вопросы изложены в монографии [7].

В зависимости от степени переработки различают: лесные материалы (бревна, пиломатериалы); готовые изделия и конструкции (сборные дома, детали, клееные конструкции); промышленные материалы из древесины (древесноволокнистые и древесностружечные плиты, фанера, арболит и др.).

Помимо достоинств древесина имеет ряд недостатков, ограничивающих область ее применения. Главным из них является горючесть, т.е. способность древесины к воспламенению и быстрому распространению пламени по поверхности. При изучении темы следует сконцентрировать внимание на поведении древесины в условиях пожара и способах огнезащиты. Эти вопросы излагаются в литературе [2,7].

Изучая поведение древесины при нагревании до воспламенения, необходимо проанализировать процессы, происходящие при соответствующих температурах. Необходимо иметь представление об основных процессах разложения древесины при действии высоких температур: дегидратации и деполимеризации. Это является важным для понимания сущности механизма огнезащитного действия как внешних (термоизолирующие одежды, окраски и обмазки), так и внутренних (пропитки) видов огнезащиты по отношению к защищаемому материалу.

При рассмотрении различных способов пропитки древесины необходимо усвоить их отличительные особенности как по технологии выполнения, так и по действию на развитие процесса горения древесины, чтобы сделать правильные выводы об их эффективности и целесообразности применения в каждом конкретном случае.

Номенклатуру известных средств огнезащиты можно изучить по справочной литературе [16,17]. Способы оценки эффективности огнезащиты древесины можно изучать по методическим указаниям [4] и литературе [7,15]. Знание данного материала необходимо для успешного изучения, в дальнейшем, темы, связанной с поведением при пожаре деревянных строительных конструкций (ферм, балок, ригелей, стропил, и т.п.). Слушатель должен усвоить следующие вопросы: область использования древесины и материалов на ее основе в современном строительстве; особенности физического и химического строения древесины; влияние строения древесины и ряда внешних факторов на физические, механические и теплофизические свойства древесных материалов; поведение древесных материалов при нагревании; особенности термоокислительной деструкции; изменение механических характеристик; воспламенение, горение, тление древесины и материалов на ее основе; параметры, характеризующие пожарную опасность древесины и древесных материалов; скорость обугливания, массовая скорость выгорания и скорость распространения пламени; теплота сгорания; дымообразующая способность, токсичность продуктов терморазложения и горения древесины.

#### Тема 2.4. ПОВЕДЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

Полимерные материалы нашли широкое применение в строительстве. Это обусловлено тем, что по сравнению с традиционными материалами они обладают рядом преимуществ: высокотехнологичны, экономичны, декоративны. Одна тонна полимерного сырья позволяет сэкономить в строительстве около 6 м<sup>3</sup> леса и 1,5 т металла. Однако одним из главных недостатков, ограничивающих область применения полимерных строительных материалов (ПСМ), является их высокая пожарная опасность.

При изучении темы необходимо учитывать, что в строительстве широкое применение нашли около 20 видов природных, искусственных и синтетических полимеров, классифицирующихся по способу получения (полимеризационные и поликонденсационные), и по отношению к нагреву (термопластичные и термореактивные).

Поливинилхлоридная смола широко используется при изготовлении материалов для покрытия полов, гидроизоляционных и декоративных пленок, труб, изделий конструктивного назначения. Полистирол изготавливают в виде пенопластов, облицовочных плиток для стен и сантехнических изделий. Жесткие пенополиуретаны (ППУ) используют для изготовления сэндвич-панелей взамен панелей из легкого бетона. Широкое применение в строительстве находят эпоксидные смолы, которые используют для изготовления покрытий пола на промышленных энергетических объектах. Полиэфирные, формальдегидные и другие смолы используют также как вяжущее при изготовлении отделочных плиток, сантехнического оборудования и т. п. Полиэтилен чаще всего используют при изготовлении канализационных труб, гидроизоляционных материалов, сантехнических деталей.

Полимерные материалы природного и искусственного происхождения используются в строительстве также в виде красок, лаков, мастик и клеев. Пожарная опасность лакокрасочных покрытий с увеличением толщины слоя значительно возрастает.

Свойства ПСМ определяются особенностями их основного компонента — полимера. Общие сведения о полимерах изложены в учебнике [6]. В литературе [2,8,9] рассмотрены их пожароопасные свойства. Сущность основных методов оценки пожарной опасности ПСМ изложена в нормативно-технической литературе [10-14].

В результате изучения темы слушатель должен усвоить следующие вопросы: полимеры и пластмассы, особенности их строения и применения в строительстве; поведение пластмасс при нагревании: термопластичность, термореактивность, изменение механических характеристик, теплостойкость, термоокислительная деструкция; предельные условия воспламенения и горения пластмасс.

### **Тема 3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Пожарная опасность строительных материалов в соответствии с [10] определяется по пяти показателям:

- горючести [11];
- воспламеняемости [12];
- распространению пламени [14];

- дымообразующей способности [13];
- токсичности продуктов горения [13].

Строительные материалы в зависимости от значений параметров горючести, определяемых по ГОСТ 30244-94 (метод I), подразделяют на негорючие (НГ) и горючие (Г). Параметрами отнесения материала к негорючим или горючим являются: прирост температуры в печи (не более 50 °С), потеря массы образца (не более 50%) и продолжительность устойчивого пламенного горения (не более 10 с) образцов в условиях беспламенного высокотемпературного воздействия (750°С).

Строительные материалы в зависимости от значений параметров горючести, определяемых по ГОСТ 30244-94 (метод II), подразделяют на 4 группы горючести: Г1 — слабогорючие; Г2 — умеренногорючие; Г3 — нормальногорючие; Г4 — сильногорючие. Параметрами отнесения материала к той или иной группе горючести являются: температура дымовых газов, повреждение образцов по длине и массе, наличие и время самостоятельного горения.

Строительные материалы в зависимости от значений критической поверхностной плотности теплового потока (КППТП), определяемых по ГОСТ 30402-96, подразделяют на 3 группы: В1 - трудновоспламеняемые ( $KППТП > 35 \text{ кВт/м}^2$ ); В2 - умеренновоспламеняемые ( $20 \leq KППТП \leq 35 \text{ кВт/м}^2$ ); В3 - легковоспламеняемые ( $KППТП < 20 \text{ кВт/м}^2$ ). Данный метод описан в методических указаниях [3].

Горючие строительные материалы по способности распространения пламени по поверхности в зависимости от величины КППТП по ГОСТ Р 51032-97 подразделяют на 4 группы: РП1 - нераспространяющие ( $KППТП > 11 \text{ кВт/м}^2$ ); РП2 - слабораспространяющие ( $8 \leq KППТП \leq 11 \text{ кВт/м}^2$ ); РП3 - умереннораспространяющие ( $5 \leq KППТП < 8 \text{ кВт/м}^2$ ); РП4 - сильнораспространяющие ( $KППТП < 5 \text{ кВт/м}^2$ ).

В зависимости от значения коэффициента дымообразования, определяемого по ГОСТ 12.1.044-89, п. 4.18, материалы классифицируют на 3 группы: Д1 - с малой дымообразующей способностью ( $D_{max} < 50 \text{ м}^2/\text{кг}$ ); Д2 - с умеренной дымообразующей способностью ( $50 \leq D_{max} \leq 500 \text{ м}^2/\text{кг}$ ); Д3 - с высокой дымообразующей способностью ( $D_{max} > 500 \text{ м}^2/\text{кг}$ ). Сущность метода заключается в измерении оптической плотности задымленной среды, образующейся в камере при сгорании единицы массы материала. При этом значения коэффициента дымообразования определяются в режиме тления (без пламенной горелки) и горения (с пламенной горелки) образца, а затем для материала принимается его максимальное значение.

В зависимости от значения показателя токсичности продуктов горения, определяемого по ГОСТ 12.1.044-89, п. 4.20, материалы классифицируют на 4 группы: Т1 - малоопасные ( $H_{CL50} > 120 \text{ г/м}^3$ ); Т2 - умеренно опасные

( $40 < H_{CL50} \leq 120$  г/м<sup>3</sup>); ТЗ - высокоопасные ( $13 < H_{CL50} \leq 40$  г/м<sup>3</sup>); Т4 - чрезвычайно опасные ( $H_{CL50} \leq 13$  г/м<sup>3</sup>). Значение показателя токсичности ( $H_{CL50}$  г/м<sup>3</sup>) показывает, какое количество материала при его сгорании вызывает 50 %-ную гибель подопытных животных (белых мышей) в испытательной камере объемом 1 м<sup>3</sup>. Материалы испытывают в одном из двух режимов - тления или пламенного горения и принимают за классификационный параметр наиболее опасное значение.

Основной объем материала, который должен изучить слушатель, изложен в нормативной литературе [10-14] и в лекциях по дисциплине. При этом должны быть усвоены следующие вопросы: пожарно-техническая классификация строительных материалов; критерии оценки негорючих строительных материалов по ГОСТ 30244-94 (метод I); метод определения группы горючести строительных материалов по ГОСТ 30244-94 (метод II); метод оценки воспламеняемости по ГОСТ 30402-96; метод определения распространения пламени по поверхности материалов по ГОСТ Р 51032-97; методы определения дымообразующей способности и токсичности продуктов горения полимерных материалов по ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.18 и 4.20 соответственно.

## **Тема 4. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ НОРМИРОВАНИЕ И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **Тема 4.1. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ НОРМИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Противопожарное нормирование полимерных материалов в строительстве зданий и сооружений представляет собой систему, состоящую из трех взаимосвязанных частей:

1. Методология определения предельно-допустимой пожароопасности (или необходимой пожаробезопасности) полимерных строительных материалов с учетом области их применения в зданиях различного функционального назначения.

2. Методология огневых испытаний по оценке фактической пожарной опасности материалов и прогнозированию их поведения при пожаре, с точки зрения предотвращения возникновения и развития пожара, а также обеспечения безопасности людей при пожаре.

3. Система нормативно-технической документации, регламентирующая допустимую область применения полимерных строительных материалов в зданиях и сооружениях различного функционального назначения.

При этом критериями пожаробезопасного применения полимерных материалов в строительстве являются:

- применение полимерных материалов не должно становиться причиной возникновения и распространения пожара;

- применение полимерных материалов не должно становиться причиной гибели людей при пожаре.

В соответствии со ст. 2 [10], пожарная опасность веществ и материалов – состояние веществ и материалов, характеризующее возможность возникновения горения или взрыва веществ и материалов.

Основные требования к пожарной опасности полимерных строительных материалов излагаются в главах 3, 30, а также в таблицах 3, 27-29 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [10]. Основные положения пожарно-технической экспертизы строительных материалов следует изучить по учебному пособию [5].

Классификацию строительных материалов часто проводят, основываясь на сфере применения продукции. По этому критерию ее разделяют на конструктивные, изоляционные и отделочные, а также конструктивно-изоляционные и конструктивно-отделочные решения.

Параметры, необходимые для определения показателей пожарной опасности строительной продукции различного назначения приведены в табл. 27 [10].

Классификация строительных материалов по пожарной опасности предлагается в ст.13 [10], которая разбивает их на два типа: горючие и негорючие. В свою очередь, горючие материалы классифицируются по горючести, воспламеняемости, скорости распространения пламени, дымообразующей способности и токсичности продуктов горения (см. тему б)

Совокупность этих показателей позволяет присвоить конкретному материалу класс пожарной опасности: от КМ0 - для негорючих материалов до КМ1-КМ5 - для горючих. Характеристики соответствующих классов изложены в табл. 3 [10].

Согласно ст. 134 [10] выбор строительных материалов напрямую зависит от функционального назначения здания или помещения.

Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов на путях эвакуации и в зальных помещениях (за исключением покрытий полов спортивных арен спортивных сооружений и полов танцевальных залов) с учётом функционального назначения, этажности и вместимости приведены в таблицах 28, 29 [10].

Алгоритм проверки соответствия того или иного полимерного строительного материала требованиям норм по пожарной безопасности удобно продемонстрировать на примере.

*Допустим, необходимо определить возможность применения полимерного напольного покрытия на путях эвакуации в 7-этажном здании высшего учебного заведения.*

*Для этого мы должны знать показатели пожарной опасности для данного материала, полученные в результате лабораторных испытаний. Предположим, что материал обладает следующими показателями – **РП2, В2, Д2, Т2**.*

*На основании исходных данных, по таблице 3 [10] определяем класс пожарной опасности данного материала по худшему показателю - **КМ3**.*

*Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов на путях эвакуации определяется по таблице 28 [10]. Класс функциональной пожарной опасности для здания ВУЗа определим по статье 32 [10] - **Ф 4.2**.*

*Подставляя все данные в таблицу получаем, что для применения в вестибюлях, лестничных клетках и лифтовых холлах допускается применение материалов для покрытия полов с классом пожарной опасности не выше **КМ3**, а в общих коридорах, холлах и фойе - не выше **КМ4**. Таким образом, заданный материал допускается применять на всех путях эвакуации в данном здании.*

В результате изучения данной темы слушатель должен усвоить следующие вопросы: основные принципы противопожарного нормирования применительно к строительным материалам; критерии пожароопасного применения строительных материалов; основные требования “Технического регламента о требованиях пожарной безопасности” [10] к пожарной опасности строительных материалов; алгоритм проверки соответствия строительных материалов требованиям пожарной безопасности.

## Тема 4.2. СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Защита от воздействия огня и высокой температуры каменных материалов, металлов, полимерных строительных материалов, древесины представляет собой комплексную систему мероприятий по обеспечению пожарной безопасности зданий и сооружений.

Основными способами повышения стойкости искусственных каменных материалов к нагреву являются оптимальный подбор компонентов состава и введение специальных добавок [1,2].

Известным способом повышения стойкости металлов и сплавов к нагреву является легирование [1,2,6]. К современным способам повышения огнестойкости металлических конструкций к действию высоких температур относится применение различных огнезащитных материалов.

Огнезащиту конструкций, выполненных из металлов, осуществляют как традиционными методами (обетонирование, оштукатуривание цементно-песчаным раствором, использование кирпичной кладки), так и новыми современными методами, основанными на механизированном нанесении облегченных материалов и легких заполнителей вспученного перлита, вермикулита, минерального волокна и других материалов, обладающих высокими теплоизоляционными свойствами или основанных на использовании плитных и листовых теплоизоляционных материалов [1,2,6]. Одним из перспективных способов огнезащиты металлических конструкций является применение эффективных покрытий, которые наносятся на поверхность конструкции сравнительно тонким слоем. Вспучивающиеся огнезащитные материалы при воздействии на них высоких температур вспучиваются, образуя термически стабильную, многоячеистую изолирующую пену, которая является защитой материала от воздействия высоких температур.

Все применяемые для огнезащиты древесины методы можно подразделить на физические, химические и смешанные, а также на поверхностные, глубокие и комбинированные. К физическим методам следует отнести применение теплоизолирующих одежд, инертных красок и инертных обмазок, а к химическим способам - пропитку антипиренами.

Механизм огнезащитного действия всех способов направлен, прежде всего, на исключение одной из составляющих классического треугольника пожара (окислитель, горючее, источник зажигания) или, по крайней мере, на разрыв одной из связей данного треугольника, либо на изменение направления протекания процесса термического разложения материала.

Теплоизолирующие материалы защищают поверхность древесины от действия тепла источника зажигания и тем самым препятствуют протеканию процессов разложения древесины и воспламенению продуктов ее разложения. Краски и обмазки выполняют газоизоляционную функцию. Они препятствуют выходу продуктов разложения из древесины и проникновению к ним кислорода воздуха. В результате затрудняются условия образования горючей смеси в газовой фазе.

Для объяснения механизма огнезащитного действия антипиренов в настоящее время предложено несколько основных теорий:

газовая теория - огнезащита материала осуществляется за счет выделения различных газов, которые разбавляют летучие легковоспламеняемые продукты разложения древесины;

теория покрывающего слоя - образование на поверхности материала стеклообразного расплава, предотвращающего доступ кислорода к древесине;



термическая теория - антипирены отводят тепло, поступающее от источника огня, с такой же скоростью, с какой тепло поступает к материалу;

теория каталитической дегидратации - применение антипиренов, способных усиливать протекание процесса дегидратации целлюлозы с образованием значительного количества карбонизованного остатка.

Применение красок и обмазок, содержащих антипирены, можно отнести к смешанным методам огнезащиты.

К поверхностным способам огнезащиты относится использование термоизолирующих одежд, всевозможных красок и обмазок, поверхностная пропитка антипиренами. Способ поверхностной пропитки заключается в нанесении нескольких слоев с установленным расходом кистью, валиком или распылителем огнезащитного материала (холодные и горячие растворы) на защищаемую поверхность древесины.

К способам глубокой огнезащиты относятся пропитка древесины в автоклавах под давлением и пропитка в горяче-холодных ваннах. К комбинированным - глубокая пропитка древесины антипиренами в горяче-холодных ваннах с последующей окраской атмосфероустойчивыми огнезащитными красками.

Важным условием эффективности и надежности любого метода огнезащитной обработки древесины является строгое соблюдение технологического регламента работ по огнезащите. Как правило, этот регламент (для конкретного метода обработки) изложен в ГОСТах, а также в технических требованиях и инструкциях. В регламенте указывают:

- материалы и вещества, которые следует применять для обработки, а также их возможные заменители;
- состав и способ приготовления огнезащитной композиции;
- способ ее применения – поверхностное нанесение или глубокая пропитка;
- оборудование для проведения огнезащитной обработки;
- нормы расхода состава на единицу поверхности или объема обрабатываемой древесины;
- количество наносимых слоев и условия сушки при поверхностной обработке;
- огнезащитную эффективность применяемого метода.

Кроме того, в регламенте могут быть оговорены особые условия проведения и применения обработки: влажность обрабатываемой древесины, температура и влажность окружающего воздуха, химическая агрессивность среды и т. д. В частности, большинство огнезащитных красок и обмазок следует наносить при температуре окружающего воздуха не ниже + 10 °С и влажности воздуха не более 70 %.

Оценку огнезащитной эффективности проводят по ГОСТ [15]. Суть оценки заключается в определении среднего значения потери массы 10-ти образцов обработанной древесины в результате огневого воздействия. Если среднее арифметическое значение потери массы образцов не превышает 9 %, то покрытие или пропиточный состав относят к I группе средств; если среднее арифметическое более 9 %, но менее 25 %, то состав относят ко II группе средств; если – 25 % и более, то состав не является огнезащитным.

Установка для определения огнезащитных свойств составов и веществ носит название «Керамическая труба» и состоит из керамического короба, металлической подставки для установки керамического короба, газовой горелки, металлического зонта, держателя, фиксирующего положение испытываемого образца.

Горючесть полимеров обусловлена образованием на ранних стадиях разложения горючих летучих продуктов. Поэтому для создания огнезащитных полимерных строительных материалов (ПСМ) используют направленный синтез и модификацию полимеров с целью получения продуктов, имеющих пониженную скорость газификации, образующих карбонизованный продукт и низкий выход горючих продуктов пиролиза. Пожарную опасность полимерных строительных материалов можно снизить введением наполнителей, антипиренов, дымоподавителей, токсидепрессантов и других целевых добавок; химической модификацией полимеров и нанесением защитных покрытий [1,2].

Антипирены должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой эффективностью пламегасящего действия, хорошо совмещаться с полимерами, оказывать минимальное влияние на физико-механические свойства ПСМ, а также быть нетоксичными, достаточно доступными и экономичными. В настоящее время нет индивидуальных соединений, удовлетворяющих всем этим требованиям. Поэтому для снижения горючести полимерных строительных материалов применяют комбинацию антипиренов перечисленных выше групп.

Принципиально новым направлением создания полимерных материалов пониженной горючести является синтез полимеров с минимальным содержанием органической части, а также термостойких полимеров, выделяющих при разложении негорючие и нетоксичные летучие продукты.

Огнезащитные покрытия, наносимые на полимерные материалы, имеют в настоящее время, ограниченное применение. Чаще всего такие покрытия используют для снижения пожароопасности строительных материалов из древесины, древесностружечных и древесноволокнистых плит, пенопластов и стеклопластиков.

В результате изучения литературных источников и лекционного материала слушатель должен получить прочные знания по следующим вопросам: способы повышения стойкости каменных материалов к нагреву; способы повышения стойкости металлов и сплавов к нагреву; легирование; теоретические основы огнезащиты древесины, древесных материалов и пластмасс; физические и химические способы огнезащиты; сравнительная эффективность различных видов огнезащиты; экономические и экологические аспекты огнезащиты.

## **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

При изучении раздела «Строительные материалы и их поведение в условиях пожара» слушатель должен выполнить одну контрольную работу. Варианты контрольной работы приведены в методических указаниях. Номер варианта должен соответствовать сумме двух последних значащих цифр зачетной книжки. Например, при номере зачетной книжки 81263 - вариант 9; при номере 81560 — вариант 11; при номере 81500 — вариант 6 и т.п. В контрольной работе необходимо четко сформулировать ответы на поставленные вопросы. Для того чтобы правильно на них ответить, слушателю необходимо, прежде всего, изучить литературу по дисциплине [1-5], знать содержание установочных лекций. Рекомендуются использовать также литературу [6-17]. При написании контрольной работы можно применить данные, полученные слушателями в практической деятельности.

В контрольной работе следует употреблять только международную систему единиц физических величин СИ, причем обозначение единиц физических величин принято писать с большой буквы, например Па (Паскаль), К (Кельвин), Н (Ньютон), Дж (Джоуль), если в их названии использованы собственные имена и с маленькой буквы во всех остальных случаях, например, м (метр), с (секунда), кг (килограмм) и т.п.

Контрольную работу следует выполнять в отдельной (как правило, ученической) тетради. Текст должен быть написан разборчиво, черными или синими чернилами, либо шариковой ручкой. Иллюстрации (схемы, рисунки, графики) могут быть выполнены карандашом, фломастером, тушью, шариковой ручкой черного цвета.

Контрольную работу следует направить в Академию ГПС МЧС России на факультет заочного обучения не позднее срока, установленного учебным графиком. В тех случаях, когда слушатель затрудняется в правильном ответе на какой-либо вопрос, он имеет право обратиться в школу за получением устной или письменной консультации. Для получения письменной консультации следует четко изложить сущность возникшего затруднения. Необходимо разборчиво написать обратный адрес и фамилию.

Контрольная работа засчитывается только в том случае, если в ней правильно и достаточно полно изложены ответы на оба теоретических вопроса и решена задача.

Полученные при рецензировании замечания необходимо устранить до сдачи экзамена по первому разделу дисциплины. На экзамен слушатель приносит исправленную контрольную работу и перед сдачей экзамена отчитывается о доработке.

Контрольная работа не засчитывается в следующих случаях:

слушатель выполнил не свой вариант;

работа выполнена не самостоятельно (например, списана у другого слушателя);

работа выполнена не полностью;

работа выполнена некачественно и содержит грубые ошибки;

неправильно решена задача.

Незачтенная работа возвращается слушателю. В этом случае он обязан выполнить работу заново, либо доработать ее и представить на факультет заочного обучения до сессии для повторного рецензирования вместе с незачтенной работой.

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

### Вариант 2

1. Основные механические свойства материалов. Понятия прочности, упругости, пластичности, твёрдости.

2. Назначение огнезащиты древесины. Методы огнезащиты древесины.

3. При определении прочности бетона при сжатии ранее прогретые до различных температур образцы в виде кубов с ребром 0,1м разрушали с помощью гидравлического пресса. Значение температуры нагрева образцов  $T$  и разрушающего давления масла в рабочем цилиндре пресса  $P$  приведены в таблице. Площадь рабочей грани поршня пресса  $S=0,1\text{м}^2$ . Бетон изготовлен на портландцементном вяжущем, крупный заполнитель – гранитный щебень. Значение переводного коэффициента  $\alpha$  принимается по Приложению 1.

Построить график изменения предела прочности бетона от температуры (в градусах Цельсия) и объяснить характер полученной зависимости.

<b>T</b>	<b>K</b>	293	473	673	873	1073
<b>P</b>	<b>MПа</b>	4	5,8	4,2	2,2	0,2

### Вариант 3

1. Основные теплофизические свойства материалов. Понятия теплопроводности, теплоёмкости, температуропроводности, коэффициента температурного расширения.
2. Определение эффективности огнезащитных свойств покрытий и пропиток для древесины (ГОСТ Р 53292-2009). Методика испытаний. Классификация средств огнезащиты по эффективности.
3. При определении временного сопротивления разрыву нагретые до различных температур образцы арматурной проволоки диаметром 5мм испытывали при помощи разрывной машины. Значения температуры образцов  $T$  и разрушающей силы  $N_p$  приведены в таблице.

Построить график изменения временного сопротивления разрыву стали от температуры и объяснить характер полученной зависимости.

<b>T</b>	<b>K</b>	293	373	473	573	773	973
<b>N<sub>p</sub></b>	<b>кН</b>	12	13	12,5	10,8	7	2

### Вариант 4

1. Основные физические свойства материалов. Понятия объёмной массы, плотности, пористости, гигроскопичности, водопоглощения.
2. Экспертиза соответствия строительных материалов требованиям противопожарных норм (ФЗ №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»).
3. Образцы древесины, обработанные огнезащитным составом, испытали на установке по определению эффективности огнезащитных средств для древесины по ГОСТ Р 53292-2009 (новая редакция ГОСТ 16363-98). Результаты испытаний приведены в таблице:

$m_1$  – масса образца до испытания,  $m_2$  – масса образца после испытания.

Выполнить обработку результатов согласно требованиям ГОСТа и сделать вывод об эффективности огнезащиты древесины.

№ обр.	$m_1$ , г	$m_2$ , г	№ обр.	$m_1$ , г	$m_2$ , г
1	110,0	101,5	6	113,0	102,3
2	112,1	102,0	7	113,2	103,1
3	109,6	100,5	8	111,1	104,2
4	108,2	99,0	9	110,4	100,3
5	107,3	99,4	10	108,5	101,1

### Вариант 5

1. Физические и химические процессы, приводящие к изменению свойств строительных материалов в условиях пожара.
2. Опасные факторы пожара и свойства строительных материалов, влияющие на их образование.

3. Определить класс пожарной опасности линолеума с фактическими показателями пожарной опасности – В2, РП2, Д3, Т3. Определить возможность применения данного материала на путях эвакуации в здании вокзала высотой 15 м.

### Вариант 6

1. Процессы, происходящие в металлах и сплавах при нагревании.
2. Пожарно-техническая классификация строительных материалов по пожарной опасности.
3. При определении прочности бетона при сжатии ранее прогретые до различных температур образцы в виде кубов с ребром 0,25м разрушали с помощью гидравлического пресса. Значение температуры прогрева образцов  $T$  и разрушающего давления масла в рабочем цилиндре пресса  $P$  приведены в таблице. Площадь рабочей грани поршня пресса  $S=0,1\text{м}^2$ . Бетон изготовлен на портландцементном вяжущем, крупный заполнитель – гранитный щебень. Значение переводного коэффициента  $\alpha$  принимается по Приложению 1.

Построить график изменения предела прочности бетона от температуры (в градусах Цельсия) и объяснить характер полученной зависимости.

<b>T</b>	<b>K</b>	293	473	673	873	1073
<b>P</b>	<b>МПа</b>	18	21,5	19	11	1,5

### Вариант 7

1. Понятие деформации. Стадии деформирования стали.
2. Метод определения токсичности продуктов горения (ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.20). Классификация материалов по токсичности продуктов горения.
3. При определении временного сопротивления разрыву нагретые до различных температур образцы арматурной проволоки диаметром 7мм испытывали при помощи разрывной машины. Значения температуры образцов  $T$  и разрушающей силы  $N_p$  приведены в таблице.

Построить график изменения временного сопротивления разрыву стали от температуры и объяснить характер полученной зависимости.

<b>T</b>	<b>K</b>	293	373	473	573	773	973
<b>N<sub>p</sub></b>	<b>кН</b>	20	22	23	21,5	17	9

### Вариант 8

1. Поведение материалов на основе древесины при нагревании. Термоокислительная деструкция
2. Метод определения группы горючести и воспламеняемости веществ и материалов (кроме строительных) (ОТМ ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.3).

Классификация веществ и материалов (кроме строительных) по горючести и воспламеняемости.

3. Образцы древесины, обработанные огнезащитным составом, испытали на установке по определению эффективности огнезащитных средств для древесины по ГОСТ Р 53292-2009 (новая редакция ГОСТ 16363-98). Результаты испытаний приведены в таблице:

$m_1$  – масса образца до испытания,  $m_2$  – масса образца после испытания.

Выполнить обработку результатов согласно требованиям ГОСТа и сделать вывод об эффективности огнезащиты древесины.

№ обр.	$m_1$ , г	$m_2$ , г	№ обр.	$m_1$ , г	$m_2$ , г
1	130,5	98,4	6	129,8	96,7
2	130,1	99,0	7	140,0	109,1
3	132,2	104,0	8	137,2	110,1
4	137,6	106,0	9	136,3	104,8
5	140,5	111,0	10	139,8	107,2

### Вариант 9

1. Основные виды каменных строительных материалов и их поведение при нагреве до высоких температур.

2. Метод определения дымообразующей способности материалов (ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.18). Классификация материалов по дымообразующей способности.

3. Определить класс пожарной опасности огнезащищенной стеновой панели МДФ с фактическими показателями пожарной опасности – Г2, В2, Д2, Т2. Определить возможность применения данного материала в актовом зале ВУЗа вместимостью 250 человек.

### Вариант 10

1. Изменение механических свойств каменных материалов в процессе нагревания.

2. Методы определения групп горючести строительных материалов (ГОСТ 30244-94). Классификация строительных материалов по методу 1 и по методу 2.

3. При определении прочности бетона при сжатии ранее прогретые до различных температур образцы в виде цилиндра диаметром 0,1м и высотой 0,2м разрушали с помощью гидравлического пресса. Значение температуры прогрева образцов  $T$  и разрушающего давления масла в рабочем цилиндре пресса  $P$  приведены в таблице. Площадь рабочей грани поршня пресса  $S=0,1\text{м}^2$ . Бетон изготовлен на портландцементном вяжущем, крупный заполнитель – гранитный щебень. Значение переводного коэффициента  $\alpha$  принимается по Приложению 1.

Построить график изменения предела прочности бетона от температуры (в градусах Цельсия) и объяснить характер полученной зависимости.

<b>T</b>	<b>K</b>	293	473	673	873	1073
<b>R</b>	<b>MПа</b>	12	14,5	12,6	9	0,5

### Вариант 11

1. Бетоны, их классификация и поведение при нагревании.
2. Метод определения группы распространения пламени по поверхности материалов по ГОСТ Р 51032-97. Классификация материалов по распространению пламени по поверхности.
3. При определении временного сопротивления разрыву нагретые до различных температур образцы арматурной проволоки диаметром 3,5мм испытывали при помощи разрывной машины. Значения температуры образцов T и разрушающей силы  $N_p$  приведены в таблице.

Построить график изменения временного сопротивления разрыву стали от температуры и объяснить характер полученной зависимости.

<b>T</b>	<b>K</b>	293	373	473	573	773	973
<b><math>N_p</math></b>	<b>кН</b>	9	11	12	11,3	8	2

### Вариант 12

1. Основные виды и свойства строительных пластмасс.
2. Метод определения группы воспламеняемости строительных материалов по ГОСТ 30402-96. Классификация материалов по воспламеняемости.
3. Образцы древесины, обработанные огнезащитным составом, испытали на установке по определению эффективности огнезащитных средств для древесины по ГОСТ Р 53292-2009 (новая редакция ГОСТ 16363-98). Результаты испытаний приведены в таблице:

$m_1$  – масса образца до испытания,  $m_2$  – масса образца после испытания.

Выполнить обработку результатов согласно требованиям ГОСТа и сделать вывод об эффективности огнезащиты древесины.

№ обр.	$m_1$ , г	$m_2$ , г	№ обр.	$m_1$ , г	$m_2$ , г
1	125,1	102,6	6	119,1	95,5
2	118,7	91,5	7	124,8	96,7
3	134,6	111,0	8	132,1	107,8
4	108,0	84,0	9	140,5	118,0
5	148,5	122,8	10	116,4	89,3

### Вариант 13

1. Изменение механических свойств каменных материалов в процессе нагревания.
2. Способы огнезащиты древесины. Огнезащитные составы.



3. Определить класс пожарной опасности линолеума с фактическими показателями пожарной опасности – В2, РП1, Д2, Т2. Определить возможность применения данного материала в зрительном зале театра вместимостью 500 человек.

#### Вариант 14

1. Основные виды металлов и сплавов. Строение, механические и теплофизические свойства.

2. Способы снижения пожарной опасности полимеров и строительных пластмасс.

3. При определении прочности бетона при сжатии ранее прогретые до различных температур образцы в виде цилиндра диаметром 0,15м и высотой 0,3м разрушали с помощью гидравлического пресса. Значение температуры прогрева образцов  $T$  и разрушающего давления масла в рабочем цилиндре пресса  $P$  приведены в таблице. Площадь рабочей грани поршня пресса  $S=0,1\text{м}^2$ . Бетон изготовлен на портландцементном вяжущем, крупный заполнитель – гранитный щебень. Значение переводного коэффициента  $\alpha$  принимается по Приложению 1

Построить график изменения предела прочности бетона от температуры (в градусах Цельсия) и объяснить характер полученной зависимости.

<b>T</b>	<b>K</b>	293	473	673	873	1073
<b>P</b>	<b>МПа</b>	5	6,2	5,5	2,7	0,3

#### Вариант 15

1. Область применения древесины и материалов на ее основе. Особенности физического и химического строения древесины.

2. Требования пожарной безопасности к материалам для отделки стен, потолков и полов эвакуационных путей зданий.

3. При определении временного сопротивления разрыву нагретые до различных температур образцы арматурной проволоки диаметром 4мм испытывали при помощи разрывной машины. Значения температуры образцов  $T$  и разрушающей силы  $N_p$  приведены в таблице.

Построить график изменения временного сопротивления разрыву стали от температуры и объяснить характер полученной зависимости.

<b>T</b>	<b>K</b>	293	373	473	573	773	973
<b>N<sub>p</sub></b>	<b>кН</b>	7,5	9,5	10	8,7	5,6	1,5

#### Вариант 16

1. Поведение строительных пластмасс при нагревании. Термопластичность, термореактивность, термостойкость.

2. Основные принципы противопожарного нормирования применения строительных материалов. Критерии пожаробезопасного их применения.

3. Образцы древесины, обработанные огнезащитным составом, испытали на установке по определению эффективности огнезащитных средств для древесины по ГОСТ Р 53292-2009 (новая редакция ГОСТ 16363-98). Результаты испытаний приведены в таблице:

$m_1$  – масса образца до испытания,  $m_2$  – масса образца после испытания.

Выполнить обработку результатов согласно требованиям ГОСТа и сделать вывод об эффективности огнезащиты древесины.

№ обр.	$m_1$ , г	$m_2$ , г	№ обр.	$m_1$ , г	$m_2$ , г
1	120,5	112,8	6	147,2	137,7
2	131,7	123,5	7	148,4	138,3
3	117,4	109,4	8	143,2	134,9
4	109,6	100,3	9	112,9	104,1
5	127,8	118,6	10	134,9	125,4

### Вариант 17

1. Особенности поведения горячекатаной, холодно-тянутой, термически упрочненной и легированной сталей в условиях пожара.
2. Теоретические основы огнезащиты древесины. Метод глубокой пропитки под давлением. Метод пропитки в горяче-холодных ваннах.
3. Определить класс пожарной опасности минеральной потолочной плиты с фактическими показателями пожарной опасности – Г1, В1, Д1, Т1. Определить возможность применения данного материала на путях эвакуации в административном здании высотой 30 м.

### Вариант 18

1. Сравнительная оценка поведения различных видов природных каменных материалов в условиях пожара (гранит, известняк, гипс).
2. Способы повышения прочности металлов и сплавов: легирование, наклеп, термическое упрочнение.
3. Определить класс пожарной опасности стеновой панели МДФ с фактическими показателями пожарной опасности – Г4, В3, Д3, Т3. Определить возможность применения данного материала на путях эвакуации в 6-этажном здании гостиницы.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### Переводной коэффициент $\alpha$ (по ГОСТ 10180-2012)

Форма и размеры образца, мм	Переводной коэффициент $\alpha$
Куб (сторона поперечного сечения)	
70	0,85
100	0,95
150	1,00
200	1,05
250	1,08
300	1,10
Цилиндры (диаметр x высота)	
100x200	1,16
150x300	1,20
200x400	1,24
250x500	1,26
300x600	1,28

## ЛИТЕРАТУРА

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебник – М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. - 364 с.
2. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебник – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. - 656 с.
3. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. Рабочая программа. Направление подготовки 280705 “Пожарная безопасность”. – М., Академия ГПС МЧС России, 2014 – 46 с.
4. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу "Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре" – М.: Академия ГПС МЧС РФ, 2006. – 85 с.
5. Бубнов В.М., Приступюк Д.Н. Пожарно-техническая экспертиза строительных конструкций и материалов. Учебное пособие - Академия ГПС МЧС России, 2012. - 127 с.
6. Строительные материалы: Учеб. для строит. вузов / А.Г. Домокеев – М.: Высш. шк., 1989. – 495 с.
7. Асеева Р. М., Серков Б. Б., Сивенков А. Б. Горение древесины и ее пожароопасные свойства. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. - 262 с.
8. Баратов А.Н. и др. Пожарная опасность строительных материалов./ М.: Стройиздат, 1988. - 380 с;
9. Корольченко А.Я., Трушкин Д.В. Пожарная опасность строительных материалов. Учебное пособие. – М.: Пожнаука, 2005. – 232 с.
10. Федеральный закон от 22.08.2008 №123-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 №117-ФЗ, от 02.07.2013 №185-ФЗ) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
11. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытания на горючесть;
12. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость;
13. ГОСТ 12.1.044-89\*. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения;
14. ГОСТ Р 51032-97. Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени;
15. ГОСТ Р 53292-2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний.
16. Средства огнезащиты: Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Пожнаука, 2009. – 250 с.
17. Способы и средства огнезащиты древесины. Руководство. – М., ВНИИПО, 1999. - 50 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	3
<b>ТЕМА 1. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПОВЕДЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА</b> .....	5
<b>ТЕМА 2. ПОВЕДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА</b> .....	7
ТЕМА 2.1. ПОВЕДЕНИЕ КАМЕННЫХ (МИНЕРАЛЬНЫХ) МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА .....	7
ТЕМА 2.2. ПОВЕДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА .....	8
ТЕМА 2.3. ПОВЕДЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И МАТЕРИАЛОВ НА ЕЕ ОСНОВЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА .....	9
ТЕМА 2.4. ПОВЕДЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА .....	10
<b>ТЕМА 3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	11
<b>ТЕМА 4. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ НОРМИРОВАНИЕ И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	13
ТЕМА 4.1. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ НОРМИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	13
ТЕМА 4.2. СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	15
<b>ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ</b> .....	19
<b>ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ</b> .....	20
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	27
Приложение 1. ПЕРЕВОДНОЙ КОЭФФИЦИЕНТ $\alpha$ .....	27
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	28

Учебное издание

Казиев Махач Магомедович  
Серков Борис Борисович  
Сивенков Андрей Борисович  
Шевкуненко Юрий Георгиевич  
Кобелев Артем Александрович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

РАЗДЕЛ I. “СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ  
ПОВЕДЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА” ДИСЦИПЛИНЫ  
“ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ И ИХ ПОВЕДЕНИЕ ПРИ ПОЖАРЕ”

Редактор *А.А. Кобелев*  
Технический редактор *А.А. Кобелев*  
Корректор *А.А. Кобелев*

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Формат 60х90 1/16. Печ. л. 2,0.  
Уч.-изд. л. 1,4. Бумага офсетная. Тираж 300 экз. Заказ

Академия ГПС МЧС России  
129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4